

**METHOD FOR MANUFACTURING HOLOGRAM CHIP, HOLOGRAM CHIP, AND OPTICAL PICKUP DEVICE**

Patent Number: JP2002258725

Publication date: 2002-09-11

Inventor(s): TAKEMORI HIROTOSHI

Applicant(s): SHARP CORP

Requested Patent: ☐ JP2002258725

Application Number: JP20010054302 20010228

Priority Number(s):

IPC Classification: G03H1/04; G02B1/11; G02B5/18; G02B5/32; G03H1/26; G11B7/135

EC Classification:

Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for manufacturing a desired high-precision hologram chip without damaging its mass productivity by using a slightly improved conventional manufacturing method and to provide the hologram chip manufactured by this method.

**SOLUTION:** When diffraction gratings are formed in the individual areas of a hologram of the hologram chip by photolithography, the primary diffraction efficiency of the diffraction grating in each area is measured to calculate the duty ratio of the diffraction grating. Exposure is determined on the basis of this duty ration, and the hologram chip is so manufactured that the primary diffraction efficiency ratio and the exposure take prescribed values.

---

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-258725

(P2002-258725A)

(43) 公開日 平成14年9月11日 (2002.9.11)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 3 H 1/04		G 0 3 H 1/04	2 H 0 4 9
G 0 2 B 1/11		G 0 2 B 5/18	2 K 0 0 8
	5/18		2 K 0 0 9
	5/32	G 0 3 H 1/26	5 D 1 1 9
G 0 3 H 1/26		G 1 1 B 7/135	A
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-54302 (P2001-54302)

(22) 出願日 平成13年2月28日 (2001.2.28)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 竹森 浩俊

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100075557

弁理士 西教 圭一郎

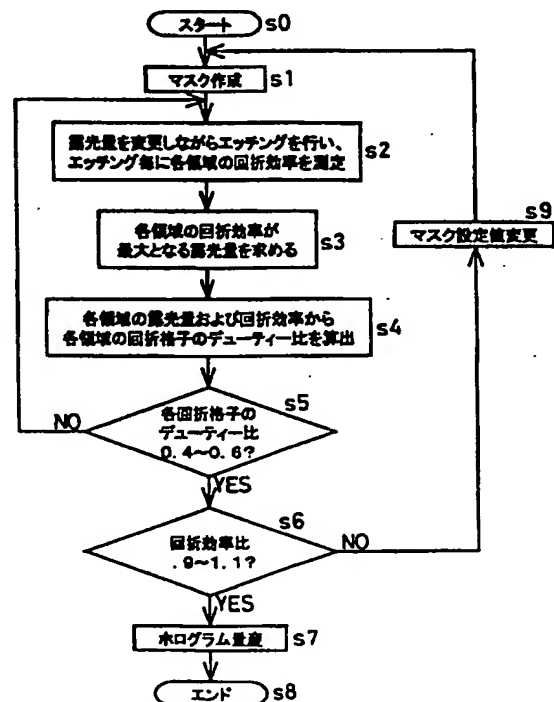
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ホログラム素子製造方法、ホログラム素子および光ピックアップ装置

(57) 【要約】

【課題】 従来の製造方法をそのまま用いて、その製造方法にわずかな改良を加えることによって、量産性を損なうことなく高精度で所望のホログラム素子を製造する方法、および前記方法によって製造されたホログラム素子を提供することを目的とする。

【解決手段】 ホログラム素子のホログラムの各領域にホトリソグラフィ法で回折格子を形成するときに、各領域の回折格子の1次回折効率を測定して、各回折格子のデューティ比を算出し、このデューティ比に基づいて露光量を決定し、1次回折効率比および露光量が所定の値になるようにホログラム素子を製造する。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも2つの領域に分割され、各領域に回折格子が形成されるホログラムを有する多分割ホログラム素子の製造方法において、  
各領域における回折格子の格子間隔と溝の開口幅との比であるデューティ比、および各領域の1次回折効率の比である1次回折効率比が、それぞれ所定の値の範囲になるように製造することを特徴とするホログラム素子製造方法。

【請求項2】 前記ホログラム素子の回折格子がホトリソグラフィ工程によって形成され、測定した各領域の回折格子の1次回折効率に基づいてデューティ比を算出し、これに基づいて露光量を決定することを特徴とする請求項1記載のホログラム素子製造方法。

【請求項3】 前記デューティ比の所定の値の範囲は0.4～0.6であることを特徴とする請求項1または2記載のホログラム素子製造方法。

【請求項4】 前記1次回折効率比の所定の値の範囲は0.9～1.1であることを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載のホログラム素子製造方法。

【請求項5】 ホログラムの領域のうち少なくとも1つの領域に反射防止膜を設けることを特徴とする請求項1～4のいずれか1つに記載のホログラム素子製造方法。

【請求項6】 ホトリソグラフィ工程で形成された回折格子の型を用いて成型して製造することを特徴とする請求項1～5のいずれか1つに記載のホログラム素子製造方法。

【請求項7】 少なくとも2つの領域に分割され、各領域に回折格子が形成されるホログラムを有する多分割ホログラム素子であって、  
前記ホログラムの各領域における回折格子の格子間隔と溝の開口幅との比であるデューティ比の値の範囲が0.4～0.6であり、  
前記ホログラムの各領域の1次回折効率の比である1次回折効率比の値の範囲が0.9～1.1であり、  
前記ホログラムの領域のうち少なくとも1つの領域には反射防止膜が設けられることを特徴とするホログラム素子。

【請求項8】 請求項7記載のホログラム素子と、レーザ光を出射する光源と、ホログラム素子によって回折された光を受光する光検出部とを備えることを特徴とする光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光記録媒体記録再生装置に搭載される光ピックアップ装置に用いられるホログラム素子の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 情報を記録したり、記録される情報を読み出したりできる光ディスクは、大量の情報を高密度で記

2

録できるため、映像音響機器およびコンピュータなど多分野にわたって利用されている。図11(1)は、従来の光ピックアップ装置1を示す概略図である。光ピックアップ装置1は、光源2、立上げミラー3、コリメータレンズ4、対物レンズ5および光検出器6で構成される。光源2から出射した光は、立上げミラー3を透過し、コリメータレンズ4を透過して平行光になり、対物レンズ5によって光ディスク10の情報記録面に集光される。光ディスク10の情報記録面で反射された光ディスク10の記録情報を有する信号光は、対物レンズ5およびコリメータレンズ4を透過して、立上げミラー3で反射されて、光検出器6に入射する。

【0003】 光ディスクに記録される情報を読み取る光記録媒体記録再生装置に搭載される光ピックアップ装置の再生特性を向上させるために、より多くの再生信号光を光検出器に入射させる必要があり、偏光光学系を採用することによって再生信号の質の向上を図ってきた。近年、受光素子を含む光検出部およびドライブ技術の進歩によって、信号光が弱くても十分な再生特性が得られるようになり、また装置の小形化および低コスト化のニーズが高まってきたために、偏光光学系を採用せずに、より簡素な構成の光学系を採用するようになってきた。その代表的な例として、回折素子を用いて、光源と光検出部とを一体化した集積ユニット光学系がある。

【0004】 図11(2)は、集積ユニット光学系を用いた光ピックアップ装置11を示す概略図である。光ピックアップ装置11は、大略的には集積ユニット12および対物レンズ13で構成される簡素な構成であり、集積ユニット12と対物レンズ13との間にコリメータレンズ14を配置する構成となっている。また集積ユニット12を用いる光ピックアップ装置は、集積ユニット12と対物レンズ13との間に立上げミラーを配置する構成としてもよい。

【0005】 集積ユニット12は、ホログラム素子15、光源であるレーザ素子17および光検出部である受光素子18で構成される。ホログラム素子15には、ホログラム16が形成される。ホログラム16は、2つの領域に分割され、各領域には回折格子が形成される。レーザ素子17から出射した光は、ホログラム素子15のホログラム16を透過し、コリメータレンズ14を透過して、対物レンズ13によって光ディスク10の情報記録面に集光される。対物レンズ13およびコリメータレンズ14を透過した光ディスク10からの反射光がホログラム16に入射して、ホログラム16の各領域の回折格子によって回折して光検出部18に入射する。ホログラム16の一方の領域で回折された反射光は、光ディスク10のピット情報の検出に用いられ、他方の領域で回折された反射光は、ピット情報の検出および焦点誤差信号の検出に用いられる。

【0006】 またホログラム16の各領域で回折された

(3)

3

光の強度差によって、トラック誤差信号の検出を行う。この場合、ホログラムの各回折格子の1次回折効率が等しくないと、トラック誤差信号にオフセットが発生し、光ピックアップ装置による光ディスク上のトラックへの追従がうまくできなくなり、ビット情報がうまく検出できない。このためにホログラム素子を製造するときに、ホログラムの各領域の回折格子の1次回折効率の比である1次回折効率比を0.9~1.1の範囲で管理して製造していた。ホログラムを形成する回折格子の1次回折効率は、回折格子の溝の深さおよび溝の開口幅によって決まるが、回折格子の溝の深さおよび溝の開口幅を管理することは困難である。

【0007】図12は、ホトリソグラフィ法によるホログラムの製造工程を示す断面図である。図12(1)に示される基板洗浄工程において、ガラス基板21の表面が洗浄される。図12(2)に示されるレジスト塗布工程において、感光体であるレジスト22をスピンコート法によってガラス基板21の表面に塗布し、溶剤揮発のためにベーキングを行う。

【0008】図12(3)に示される露光工程では、ガラス基板21とホログラムを構成する回折格子の微細パターンを有するマスクとを、レジスト22を介して密着させて紫外線を照射し、回折格子の微細パターンがレジスト22に形成される。図12(4)に示されるエッチング工程において、露光工程において得られた微細パターンが形成されるレジスト22を有するガラス基板21を、 $CF_4$ ガスをエッチングガスとして用いて、反応性イオンエッチング装置(略称:RIE装置)によってドライエッチングを行う。

【0009】図12(5)に示されるアッシング工程では、ガラス基板21に残留するレジスト22を、溶剤による除去、または酸素ガス雰囲気中での灰化除去を行う。図12(6)に示される分断工程では、ガラス基板21に形成された複数のホログラムを、最終的に必要とされる形状に分割する。

【0010】図13は、ホトリソグラフィ法を用いてホログラムを製造するときの回折効率比を管理する手順を示すフローチャートである。まずガラス板にマスクを密着させる。次にホログラムの各領域の1次回折効率を、露光時間を変えて3回測定する。

【0011】次に1次回折効率比が0.9~1.1であるか否かを判断する。1次回折効率は、ある露光量でピークを有するので、測定した各領域の1次回折効率を用いて、たとえば2次補間法によって各領域の1次回折効率が最大となる最適な露光量を求め、この最適な露光量における1次回折効率比を求める。この1次回折効率比が0.9~1.1の範囲内であるか否かを判断し、範囲内でないとは判断されると再び露光条件を変更する。このようにして、1次回折効率比が0.9~1.1の範囲内となる最適な露光条件が決定される。露光条件が決定す

4

ると、これに基づいてホログラムの量産を行う。このようにマスクを変更する度に、このような最適露光量の管理を行えば、常にホログラムの2つの領域の1次回折効率比を0.9~1.1の範囲内で管理することができる。

【0012】このような光学系に用いられるホログラム素子として、従来のガラス素子の他に、特開平10-187014号公報および特開平10-254335号公報に開示される紫外線硬化型樹脂製の素子を使用される。紫外線硬化型樹脂製の素子を使用することによって、従来のガラス素子にくらべて、材料が安価であるだけでなく、製造方法としてホトポリマー法(略称:2P法)と呼ばれる生産性の良い方法を利用することができる。ホログラム素子の製造コストを小さくすることができる。

【0013】図14は、ホトポリマー法によるホログラムの製造工程を示す断面図である。まず図14(1)に示されるように、予め上述のホトリソグラフィ法によってガラス板に回折格子の型を形成した一対のスタンプ23A、23Bを用いて、一方のスタンプ23Aの回折格子の型が形成される面をガラス基板24の一方の面に面して配置し、他方のスタンプ23Bの回折格子の型が形成される面をガラス基板24の他方の面に面して配置して、ガラス基板24の一方の面に紫外線硬化型樹脂25を塗布し、他方のスタンプ23Bの回折格子の型が形成される面に紫外線硬化型樹脂25を塗布する。

【0014】続いて図14(2)に示されるように、スタンプ23A、23Bをガラス基板24に当接させて、必要に応じて加圧して、紫外線硬化型樹脂25をガラス基板24の面に十分に押し広げて、紫外線を照射して紫外線硬化型樹脂25を硬化させる。さらに図14(3)に示されるように、ガラス基板24および紫外線硬化型樹脂25からスタンプ23A、23Bを剥離させる。このようにしてガラス基板24に回折格子が形成される。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】上述のホログラムの製造において、ホログラムの1次回折効率比だけを管理すると、ホログラムの回折格子に反射防止膜を設けたり、2P法においてガラス板をスタンプとして用いたりすると、形成されたホログラムの1次回折効率比が所定の値0.9~1.1からしばしば外れてしまうことがある。これは回折効率比だけを管理しているの、ホログラムのいずれかの領域の回折格子の1次回折効率が偏った1次回折効率になっていることに起因する。

【0016】1次回折効率比を所定の範囲内にすることは、特に2つの領域の回折格子の格子間隔に差がある場合には非常に困難であった。このような場合には、格子間隔と格子の溝の開口幅との比であるデューティー比を犠牲にして、所望の1次回折効率比を得ることが多かった。デューティー比が所定の範囲外でも、所望の1次回

(4)

5

折効率比を得ることができる。

【0017】デューティー比が所定の範囲外であるとき、回折格子の溝の開口幅と凸部の幅とが異なるために、たとえば回折格子に反射防止膜を蒸着すると、ホログラムの光学特性が変化してしまうことがあった。2P法によって回折格子を形成する場合には、スタンパと形成された回折格子とでは光学特性が異なるという問題が発生し、また形成したホログラム素子に反射防止膜を蒸着することによって光学特性が変化するという問題も発生した。

【0018】上述の問題を解決する方法として、ホログラム素子の各領域の回折格子の回折効率を管理する、すなわち各領域の回折格子のデューティー比および溝の深さを管理することが考えられる。しかしデューティー比の測定は、レーザ顕微鏡等を用いると測定に要する時間は短い、回折格子の格子間隔が $2\mu\text{m}$ 程度と非常に小さいために、高精度で測定することが困難であった。また、たとえば走査型トンネル顕微鏡（略称：STM）および原子間力顕微鏡（略称：AFM）等の高精度で微細パターンを測定することができる装置を用いると、測定に要する時間が長く、すべてのホログラムを検査することができない。さらに測定に要する時間を短くするために、回折格子の極微小な領域だけを測定すると、ホログラム全体にわたって光学特性が満足する特性となる保証ができなかった。元来、STMおよびAFMなどでは、測定できる領域が小さく、大きなホログラムでは一度の測定では全体を測定できないという問題もあった。

【0019】また回折格子の開口幅は、露光工程（アライメント工程）において用いられるマスクの微細パターンの開口幅および露光量によって主に決定される。このとき、用いるマスクの開口幅が適切でないと、露光量等の露光条件を変更して回折格子を形成しても所望の特性となる回折格子を得ることができない。

【0020】したがって本発明の目的は、従来の製造方法をそのまま用いて、その製造方法にわずかな改良を加えることによって、量産性を損なうことなく高精度で所望のホログラム素子を製造する方法、および前記方法によって製造されたホログラム素子を提供することである。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明は、少なくとも2つの領域に分割され、各領域に回折格子が形成されるホログラムを有する多分割ホログラム素子の製造方法において、各領域における回折格子の格子間隔と溝の開口幅との比であるデューティー比、および各領域の1次回折効率の比である1次回折効率比が、それぞれ所定の値の範囲になるように製造することを特徴とするホログラム素子製造方法である。

【0022】本発明に従えば、ホログラム素子の各領域の1次回折効率比だけでなく、各領域の回折格子のデ

6

ューティー比が所定の値の範囲になるようにホログラム素子を製造することができるので、ホトポリマー法（略称：2P法）によってホログラム素子を製造したり、ホログラムに反射防止膜を設けたりしても、1次回折効率比が所定の値の範囲から外れることなく、所望の光学特性を有するホログラム素子を製造することができる。

【0023】また本発明は、前記ホログラム素子の回折格子がホトリソグラフィ工程によって形成され、測定した各領域の回折格子の1次回折効率に基づいてデュー

10 ティー比を算出し、これに基づいて露光量を決定することを特徴とする。

【0024】本発明に従えば、ホログラムの各領域の回折格子の1次回折効率を測定して、各回折格子のデューティー比を算出するので、ホログラムの一部しか測定できない走査型トンネル顕微鏡および原子間力顕微鏡などによって測定されるデューティー比に比べて、ホログラム全体にわたる信頼性の高いデューティー比を得ることができ、所望の光学特性を有するホログラム素子を製造することができる。

20 【0025】また本発明は、前記デューティー比の所定の値の範囲は0.4～0.6であることを特徴とする。

【0026】本発明に従えば、回折格子の溝の開口幅と凸部の幅との比がほぼ1:1になるので、最適な光学特性を有するホログラム素子を製造することができる。

【0027】また本発明は、前記1次回折効率比の所定の値の範囲は0.9～1.1であることを特徴とする。

【0028】本発明に従えば、1次回折効率比が1近傍となるので、最適な光学特性を有するホログラム素子を製造することができる。

30 【0029】また本発明は、ホログラムの領域のうち少なくとも1つの領域に反射防止膜を設けることを特徴とする。

【0030】本発明に従えば、回折格子に反射防止膜を設けることによって、回折格子による光の反射を防ぐことができ、回折効率を高めることができる。また回折格子に反射防止膜を設けても、光学特性が変化しないホログラム素子を製造することができる。

40 【0031】また本発明は、ホトリソグラフィ工程で形成された回折格子の型を用いて成型して製造することを特徴とする。

【0032】本発明に従えば、回折格子の型であるスタンパを用いて、再現性の高い樹脂製のホログラムを有するホログラム素子を、個々のホログラムの光学的特性のばらつきを抑制するとともに生産性を高くして製造することができる。

【0033】また本発明は、少なくとも2つの領域に分割され、各領域に回折格子が形成されるホログラムを有する多分割ホログラム素子であって、前記ホログラムの各領域における回折格子の格子間隔と溝の開口幅との比であるデューティー比の値の範囲が0.4～0.6であ

50

(5)

7

り、前記ホログラムの各領域の1次回折効率の比である1次回折効率比の値の範囲が0.9~1.1であり、前記ホログラムの領域のうち少なくとも1つの領域には反射防止膜が設けられることを特徴とするホログラム素子である。

【0034】本発明に従えば、ホログラム素子の各領域の1次回折効率比だけでなく、各領域の回折格子のデューティ比が所定の値の範囲になり、ホログラム素子のホログラムに入射した光を、所望の回折方向に回折させることができる。またホログラムに反射防止膜を設けられるので、光の利用効率を高くすることができる。

【0035】また本発明は、前記のホログラム素子と、レーザ光を出射する光源と、ホログラム素子によって回折された光を受光する光検出部とを備えることを特徴とする光ピックアップ装置である。

【0036】本発明に従えば、ホログラム素子を用いることによって、ホログラム素子と光源と受光素子とを一体化した集積ユニットとすることができ、光ピックアップ装置の光学系の構成を単純にすることができる。またホログラム素子に形成される回折格子の光学的特性が良好なので、光ピックアップ装置は、C/N等の電気的特性が良好となる。また個々のホログラム素子は、光学的特性のばらつきが抑制されて製造されるので、個々の光ピックアップ装置の電気的特性のばらつきも抑制される。

【0037】

【発明の実施の形態】図1(1)は、本発明の実施の一形態のホログラム素子の製造方法によって製造された第\*

8

\*1のホログラム素子31を示す平面図であり、図1

(2)は、第1のホログラム素子31のホログラム32に形成される回折格子33を示す断面図である。第1のホログラム素子31およびホログラム32の材質は、石英ガラスである。第1のホログラム素子31の一表面の中央部に、ホログラム32が設けられる。ホログラム32の回折格子33は、図12で説明したホトリソグラフィ法によって形成される。本実施の形態において、反応性イオンエッチング装置(略称:RIE装置)でCF<sub>4</sub>ガスをエッチングガスとして用いてドライエッチングを行って回折格子33を形成し、回折格子33の溝の深さを370nmとした。

【0038】図2は、ホログラムを示す平面図である。図2(1)は、機種Aのホログラムを示す。機種Aにおいてホログラムは、領域αおよび領域βの2つの領域に分割されており、各領域α、βにおける回折格子の格子間隔であるピッチは表1に示される値となっている。図2(2)は、機種Bのホログラムを示す。機種Bにおいてホログラムは、機種Aと同様に領域αおよび領域βの2つの領域に分割されており、各領域α、βにおける回折格子のピッチは表1に示される値となっている。図2(3)は、機種Cのホログラムを示す。機種Cにおいてホログラムは、領域α、領域βおよび領域γの3つの領域に分割されており、各領域α、β、γにおける回折格子のピッチは表1に示される値となっている。

【0039】

【表1】

機種	ピッチ(μm)		
	領域α	領域β	領域γ
A	2.63~2.75	1.91~1.98	
B	1.893~2.03	1.453~1.655	
C	2.075~2.252	1.652~1.831	1.652~1.831

【0040】第1のホログラム素子31のホログラム32は、図2(2)に示される機種Bであり、表1に示されるように領域αおよび領域βの回折格子のピッチはそれぞれ1.893μm~2.03μmおよび1.453μm~1.655μmである。

【0041】本実施の形態のホログラム素子製造方法は、複数種類の露光量でエッチングを行う毎に各領域α、βの回折格子の1次回折効率を測定し、測定した露光量および1次回折効率と、予め定めるデューティ比と1次回折効率との関係を表す式に基づいて、ホログラムの各領域α、βの回折格子のデューティ比を算出する。

【0042】図3は、本実施の形態の第1のホログラム素子31を製造する手順を示すフローチャートである。ステップs0で前記手順が開始され、ステップs1に進む。ステップs1では、回折格子のパターンが形成されるマスクを作成し、ステップs2に進む。ステップs2

では、ホログラム32の各領域α、βを複数種類、本実施の形態においては3種類の露光量で露光してエッチングを行い、各露光量によるエッチング毎に各領域α、βの1次回折効率を測定して、ステップs3に進む。

【0043】ステップs3では、ステップs2において測定された各領域α、βの1次回折効率と露光量との関係から、各領域α、βの1次回折効率を最大となる露光量を求める。ステップs4に進む。ステップs3における1次回折効率を最大となる露光量の求め方は、たとえば測定された1次回折効率のうち最大の1次回折効率となる露光量としてもよく、また測定によって得られた各領域α、βの1次回折効率と露光量とから、この1次回折効率との関係を2次曲線で補間して、1次回折効率を最大となる露光量を推定して求めても良い。また1次回折効率と露光量との関係を求める方法としては、1枚のダミーガラスを用いて、多重露光法によって前記ダミーガラスに露光して求めてもよいし、複数のガラスを用い

(6)

9

て、各ガラスに露光して求めてもよい。

【0044】続いてステップs4では、ステップs3で求めた各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ の回折格子の1次回折効率が最大となる露光量を用いてホログラム32を作成し、改めて測定したホログラム32の各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ の1次回折効率と\*

$$\eta_e = \eta_m \{1 - \cos(2\pi D1/D)\} \quad \dots (1)$$

式(1)のDは回折格子の格子間隔(以後、「ピッチ」ともいう)であり、D1は回折格子の溝の開口幅である。式(1)においてデューティー比は、D1/Dである。 $\eta_m$ は各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ の最大回折効率であり、各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ の1次回折効率と露光量との関係から求められる。

【0046】図4(1)は、矩形断面の溝および凸部を有する回折格子のピッチDと溝の開口幅D1とを示す断面図であり、図4(2)は側壁がテーパになる溝を有する回折格子のピッチDと溝の開口幅D1とを示す断面図である。図4(2)に示される台形断面の溝および凸部を有する回折格子において、溝の開口幅D1は溝の深さtの半分の位置における開口幅と定義する。

【0047】ステップs5では、式(1)によって求められた各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ のデューティー比が、0.4~0.6であるか否かを判断し、デューティー比が0.4~0.6であると判断されるとステップs6に進み、デューティー比が0.4~0.6でないと判断されるとステップs2に戻る。ステップs5においてデューティー比が0.4~0.6であると判断されると、ステップs6では、領域 $\alpha$ 、 $\beta$ の1次回折効率比が0.9~1.1であるか否かを判断し、1次回折効率比が0.9~1.1であると判断されるとステップs7に進み、1次回折効率比が0.9~1.1でないと判断されるとステップs9に進む。

【0048】ステップs6において1次回折効率比が0.9~1.1であると判断されると、ステップs7では、上述のステップにおいて得られたデューティー比と露光量との関係から、デューティー比が所定の値の範囲となる露光量の範囲を決定し、1次回折効率比が所定の値の範囲となる露光量の範囲をして、これらから最適露光量を決定し、この最適露光量を用いてホログラム32を量産して、ステップs8に進み、すべての手順を終了する。ステップs6において1次回折効率比が0.9~1.1でないと判断されると、ステップs9では、マスクの設定値を変更してステップs1に戻る。

【0049】コンパクトディスク(略称:CD)を読取る光ピックアップ装置に用いられるホログラム素子では、回折格子の溝の深さは $370 \pm 20$  nm程度で、デューティー比は0.4~0.6である。この条件の元では、領域 $\alpha$ と領域 $\beta$ との1次回折効率比は0.9~1.1となる。

【0050】図5(1)は、本実施の形態のホログラム素子の製造方法によって製造された第2のホログラム素

10

\*露光量とから、各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ の回折格子33のデューティー比を算出し、ステップs5に進む。各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ の回折格子33のデューティー比と、各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ の1次回折効率 $\eta_e$ との関係は、次式(1)で表される。

【0045】

子31Aを示す平面図であり、図5(2)は、第2のホログラム素子31Aのホログラム32Aに形成される回折格子33Aを示す断面図である。第2のホログラム素子31Aおよびホログラム32Aの材質は、青板ガラスである。第2のホログラム素子31Aの一表面の中央部に、ホログラム32Aが設けられる。ホログラム32Aの回折格子33Aは、第1のホログラム素子31のホログラム32の回折格子33と同様に作成される。ホログラム32Aは、図2(1)に示される機種Aであり、機種Aにおいてホログラムは、領域 $\alpha$ および領域 $\beta$ の2つの領域に分割されており、表1に示されるように領域 $\alpha$ および領域 $\beta$ の回折格子のピッチはそれぞれ $2.63 \mu\text{m} \sim 2.75 \mu\text{m}$ および $1.91 \mu\text{m} \sim 1.98 \mu\text{m}$ である。また第2のホログラム素子31Aのホログラム32Aの各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ には、反射防止膜34が蒸着されて設けられる。反射防止膜34は、 $\text{SiO}/\text{SiO}_2$ の2層構造である。領域 $\alpha$ および領域 $\beta$ の1次回折効率は、それぞれ18.6%および17.7%であった。

【0051】図6は、本実施の形態のホログラム素子の製造方法によって製造された第3のホログラム素子における各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ のデューティー比と1次回折効率との関係を示すグラフである。第3のホログラム素子のホログラムは、第1および第2のホログラム素子31、31Aと同様の製造方法で作成されたスタンプを用いて、従来の技術で説明したホトポリマー法(略称:2P法)で製造される。第3のホログラム素子のホログラムは、図2(2)に示される機種Bであり、機種Bにおいてホログラムは、領域 $\alpha$ および領域 $\beta$ の2つの領域に分割されており、表1に示されるように領域 $\alpha$ および領域 $\beta$ の回折格子のピッチはそれぞれ $1.893 \mu\text{m} \sim 2.03 \mu\text{m}$ および $1.453 \mu\text{m} \sim 1.655 \mu\text{m}$ である。図6のG1は領域 $\alpha$ の回折格子のデューティー比と1次回折効率 $\eta_{\alpha 1}$ との関係を示し、G2は領域 $\beta$ の回折格子のデューティー比と1次回折効率 $\eta_{\beta 1}$ との関係を示す。図6に示されるように、各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ の回折効率 $\eta_{\alpha 1}$ 、 $\eta_{\beta 1}$ の、最大1次回折効率から最大1次回折効率より2%低い1次回折効率までの範囲におけるデューティー比は、0.4~0.6となる。

【0052】図7は、第3のホログラム素子の領域 $\alpha$ の1次回折効率 $\eta_{\alpha 1}$ と領域 $\beta$ の1次回折効率 $\eta_{\beta 1}$ との比である1次回折効率比 $\eta_{\beta 1}/\eta_{\alpha 1}$ と、デューティー比との関係を示すグラフである。デューティー比が0.3~0.7のとき、1次回折効率比 $\eta_{\beta 1}/\eta_{\alpha 1}$ は0.9以上である。

(7)

11

【0053】表2は、第3のホログラム素子を製造するときの露光量 $L I$ に対する各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ の1次回折効率および1次回折効率比 $\eta_{\beta 1} / \eta_{\alpha 1}$ とを示す表である。 \*

露光量 $L I$	1 次回折効率		1 次回折効率比
	領域 $\alpha$	領域 $\beta$	$\eta_{\beta 1} / \eta_{\alpha 1}$
3.0	16.0%	3.0%	0.188
3.5	18.7%	15.5%	0.829
4.0	21.0%	20.0%	0.952
4.5	17.0%	18.0%	1.059

12

【0055】図8は、第3のホログラム素子を製造するときの露光量 $L I$ に対する各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ の1次回折効率および1次回折効率比 $\eta_{\beta 1} / \eta_{\alpha 1}$ とを示すグラフである。図8において、G3は領域 $\alpha$ の1次回折効率 $\eta_{\alpha 1}$ を示し、G4は領域 $\beta$ の1次回折効率 $\eta_{\beta 1}$ を示し、G5は1次回折効率比 $\eta_{\beta 1} / \eta_{\alpha 1}$ を示す。従来の製造方法では、1次回折効率比を重視するために露光量 $L I$ を4.3程度とする露光条件で製造していたが、本実施の形態では図8に示すように、領域 $\alpha$ および領域 $\beta$ ともに露光量 $L I$ が4.0で1次回折効率 $\eta_{\alpha 1}$ 、 $\eta_{\beta 1}$ が最大となっている。

【0056】図9は、式(1)から算出されたデューティ比と各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ の1次回折効率 $\eta_{\alpha 1}$ 、 $\eta_{\beta 1}$ との関係を示すグラフである。図9において、G6は領域 $\alpha$ の1次回折効率 $\eta_{\alpha 1}$ を示し、G7は領域 $\beta$ の1次回折効率 $\eta_{\beta 1}$ を示す。図9に示されるようにデューティ比が0.5のときに各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ の1次回折効率 $\eta_{\alpha 1}$ 、 $\eta_{\beta 1}$ は最大となるので、図8における露光量 $L I$ が4.0のときのデューティ比は0.5である。 ※

$$\eta_0 = 1 - \{4 D_1 / D - (2 D_1 / D)^2\} \sin^2 \Delta \phi \quad \cdots (2)$$

$$\eta_1 = (2 / \pi^2) \times \{1 - \cos 2\pi (2 D_1 / D)\} \sin^2 \Delta \phi \quad \cdots (3)$$

【0059】式(2)、式(3)の右辺の $\Delta \phi$ は、次式★ ★ (4)で表される。

$$2 \Delta \phi = 2 \pi t (n - 1) / \lambda \quad \cdots (4)$$

【0060】式(4)において、 $t$ は回折格子の溝の深さであり、 $n$ は回折格子の材質の屈折率であり、 $\lambda$ は回折効率を測定するのに用いた光の波長である。

【0061】経験式である式(1)は、式(3)から導き出され、デューティ比が0.5付近では実測値とほぼ一致するので、本実施の形態における回折格子は、デューティ比が0.5付近であるので問題なく適用することができる。

【0062】本実施の形態のホログラム素子の製造方法によれば、回折格子のデューティ比および1次回折効率比とが所定の範囲となり、光学特性の良好なホログラム素子を製造することができる。従来の手法では、デューティ比と1次回折効率比とを同時に所定の値の範囲にすることが困難な場合があったが、これは露光時に用いるマスクの開口幅が適切でないことが原因であり、本発明の方法に従って得られた1次回折効率と露光量との関係、および露光量とデューティ比との関係から、マスクの開口幅の設計値を変更して、回折格子を作成す

10※ 【0057】図8および図9から、領域 $\alpha$ において、露光量 $L I$ が3.5のときは、デューティ比は約0.4であり、露光量 $L I$ が4.3のときはデューティ比は約0.6である。また領域 $\beta$ において、露光量 $L I$ が3.8のときは、デューティ比は約0.4であり、露光量 $L I$ が4.4のときは、デューティ比は約0.6である。したがって各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ のデューティ比が0.4～0.6となるようにするには、露光量 $L I$ を3.8～4.3とすればよい。露光量 $L I$ を4.0とすると、各領域のデューティ比が0.5となり、このとき1次回折効率比 $\eta_{\beta 1} / \eta_{\alpha 1}$ は0.95となるので、1次回折効率比の所定の値の範囲0.9～1.1を満足している。

【0058】1次回折効率からデューティ比 $D_1 / D$ を算出するのに用いた式(1)は経験式であるが、通常は矩形断面を有する回折格子の0次回折効率 $\eta_0$ および1次回折効率 $\eta_1$ は、次の式(2)および式(3)でそれぞれ表される。

るのに適した作成条件に変更することができる。

【0063】本実施の形態においてデューティ比を0.4～0.6の値の範囲としたが、この範囲に限定することはない。たとえば紫外線硬化型樹脂製のホログラム素子を2P法で製造する場合、スタンプからホログラム素子を離反させる必要があるので、図4(2)に示すように回折格子の溝の側壁がテーパ状になっている。このような回折格子に反射防止膜を蒸着すると、溝の側壁がテーパ状になっているために溝の幅が狭くなるので、このような場合には、回折格子のデューティ比を0.5～0.7とする。また精度をより高くするためには、デューティ比を0.5～0.6とするとよい。

【0064】本実施の形態において1次回折効率比を0.9～1.1の値の範囲としたが、製造における歩留りを向上するために、1次回折効率比を0.92～1.08の値の範囲としてもよい。

【0065】上述の第1～第3のホログラム素子は、ホログラムが2分割されるホログラム素子であるが、たと

(8)

13

えば図2(3)に示される機種Cのようなホログラムが3分割されるホログラムであってもよい。

【0066】図10は、本発明の他の実施の形態の光ピックアップ装置51の構成を示す概略図である。光ピックアップ装置51は、集積ユニット52、コリメータレンズ53、立上げミラー54および対物レンズ55を含んで構成される。集積ユニット52は、本発明の製造方法によって製造されたホログラム素子56、レーザ素子および受光素子(図示せず)を含んで構成される。コリメータレンズ53は、集積ユニット52のレーザ素子から出射した光を、平行光に変換する。立上げミラー54は、入射した光を、前記光の光軸に垂直な方向へ反射する。対物レンズ55は、立上げミラー54で反射された光を、光ディスク60の情報記録面上に集光する。

【0067】集積ユニット52のレーザ素子から出射した光は、ホログラム素子56およびコリメータレンズ53を透過して、立上げミラー54で光ディスク60の方向に反射され、対物レンズ55によって光ディスク60の情報記録面に集光される。光ディスク60の情報記録面で反射され光ディスク60の情報を有する信号光は、対物レンズ55を透過し、立上げミラー54で反射され、コリメータレンズ53を透過し、ホログラム素子56のホログラムによって回折し、受光素子に入射する。

【0068】光ピックアップ装置51において、集積ユニット52、コリメータレンズ53、立上げミラー54の順に並んで配置され、立上げミラー54、集光レンズ55は、集積ユニット52、コリメータレンズ53、立上げミラー54の並ぶ方向とは垂直な方向に順に並んで配置される。ホログラム素子56を含む集積ユニット52を用いることによって、光ピックアップ装置51の構成が簡単になるとともに、装置の小形化も達成できる。この光ピックアップ装置51の電気光学特性を測定すると、光ディスク読取り信号(略称:RF)の出力レベル、焦点誤差信号(略称:FES)の出力レベル、およびフォーカスエラー対称性等が、所望の仕様を満足した。

【0069】本実施の形態の光ピックアップ装置51において、立上げミラー54を用いたが、図11(2)に示すように立上げミラーは無くても構わない。

【0070】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、ホログラム素子の各領域の1次回折効率比だけでなく、各領域の回折格子のデューティ比が所定の値の範囲になるようにホログラム素子を製造することができるので、ホトポリマー法(略称:2P法)によってホログラム素子を製造したり、ホログラムに反射防止膜を設けたりしても、1次回折効率比が所定の値の範囲から外れることなく、所望の光学特性を有するホログラム素子を製造することができる。

【0071】また本発明によれば、ホログラムの各領域

14

の回折格子の1次回折効率を測定して、各回折格子のデューティ比を算出するので、ホログラムの一部しか測定できない走査型トンネル顕微鏡および原子間力顕微鏡などによって測定されるデューティ比に比べて、ホログラム全体にわたる信頼性の高いデューティ比を得ることができ、所望の光学特性を有するホログラム素子を製造することができる。1枚のガラス基板上にホログラムパターンは、700~1000個作成することができ、たとえば自動化された装置でガラス基板全体にわたって1次回折効率を測定し、測定された1次回折効率からデューティ比を算出すれば、基板全体の各領域のデューティ比がわかり、歩留りおよび生産性が向上する。

【0072】また本発明によれば、回折格子の溝の開口幅と凸部の幅との比がほぼ1:1になるので、最適な光学特性を有するホログラム素子を製造することができる。

【0073】また本発明によれば、1次回折効率比が1近傍となるので、最適な光学特性を有するホログラム素子を製造することができる。

【0074】また本発明によれば、回折格子に反射防止膜を設けることによって、回折格子による光の反射を防ぐことができ、回折効率を高めることができる。また回折格子に反射防止膜を設けても、光学特性が変化しないホログラム素子を製造することができる。

【0075】また本発明によれば、回折格子の型であるスタンプを用いて、再現性の高い樹脂製のホログラムを有するホログラム素子を、個々のホログラムの光学特性のばらつきを抑制するとともに生産性を高くして製造することができる。

【0076】また本発明によれば、ホログラム素子の各領域の1次回折効率比だけでなく、各領域の回折格子のデューティ比が所定の値の範囲になり、ホログラム素子のホログラムに入射した光を、所望の回折方向に回折させることができる。またホログラムに反射防止膜を設けられるので、光の利用効率を高くすることができる。

【0077】また本発明によれば、ホログラム素子を用いることによって、ホログラム素子と光源と受光素子とを一体化した集積ユニットとすることができ、光ピックアップ装置の光学系の構成を単純にすることができる。

またホログラム素子に形成される回折格子の光学的特性が良好なので、光ピックアップ装置は、C/N等の電気的特性が良好となる。また個々のホログラム素子は、光学的特性のばらつきが抑制されて製造されるので、個々の光ピックアップ装置の電気的特性のばらつきも抑制される。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(1)は、本発明の実施の一形態のホログラム素子の製造方法によって製造された第1のホログラム素子31を示す平面図であり、図1(2)は、第1の

(9)

15

ホログラム素子31のホログラム32に形成される回折格子33を示す断面図である。

【図2】図2(1)は、機種Aのホログラムを示す平面図であり、図2(2)は、機種Bのホログラムを示す平面図であり、図2(3)は、機種Cのホログラムを示す平面図である。

【図3】本実施の形態の第1のホログラム素子31を製造する手順を示すフローチャートである。

【図4】図4(1)は、矩形断面の溝および凸部を有する回折格子のピッチDと溝の開口幅D1とを示す断面図であり、図4(2)は側壁がテーパになる溝を有する回折格子のピッチDと溝の開口幅D1とを示す断面図である。

【図5】図5(1)は、本実施の形態のホログラム素子の製造方法によって製造された第2のホログラム素子31Aを示す平面図であり、図5(2)は、第2のホログラム素子31Aのホログラム32Aに形成される回折格子33Aを示す断面図である。

【図6】本実施の形態のホログラム素子の製造方法によって製造された第3のホログラム素子における各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ のデューティー比と1次回折効率との関係を示すグラフである。

【図7】第3のホログラム素子の領域 $\alpha$ の1次回折効率 $\eta_{\alpha 1}$ と領域 $\beta$ の1次回折効率 $\eta_{\beta 1}$ との比である1次回折効率比 $\eta_{\beta 1}/\eta_{\alpha 1}$ と、デューティー比との関係を示すグラフである。

16

【図8】第3のホログラム素子を製造するときの露光量L1に対する各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ の1次回折効率および1次回折効率比 $\eta_{\beta 1}/\eta_{\alpha 1}$ とを示すグラフである。

【図9】式(1)から算出されたデューティー比と各領域 $\alpha$ 、 $\beta$ の1次回折効率 $\eta_{\alpha}$ 、 $\eta_{\beta}$ との関係を示すグラフである。

【図10】本発明の他の実施の形態の光ピックアップ装置51の構成を示す概略図である。

【図11】図11(1)は、従来の光ピックアップ装置1を示す概略図であり、図11(2)は、集積ユニット光学系を用いた光ピックアップ装置11を示す概略図である。

【図12】ホトリソグラフィー法によるホログラムの製造工程を示す断面図である。

【図13】ホトリソグラフィー法を用いてホログラムを製造するときの回折効率比を管理する手順を示すフローチャートである。

【図14】ホトポリマー法によるホログラムの製造工程を示す断面図である。

20 【符号の説明】

31, 31A, 56 ホログラム素子

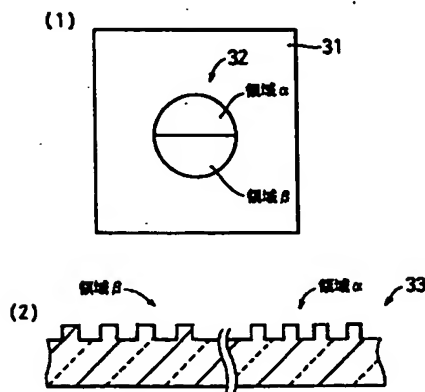
32, 32A ホログラム

33, 33A 回折格子

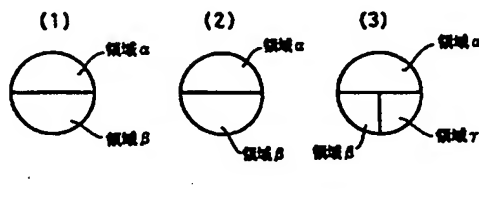
34 反射防止膜

51 光ピックアップ装置

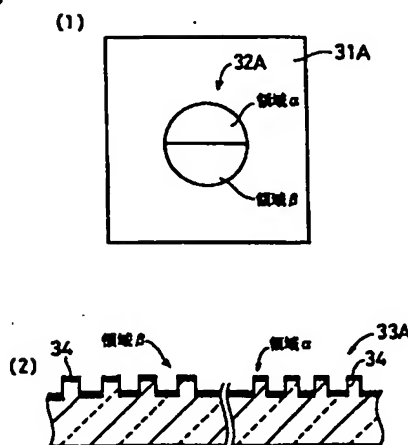
【図1】



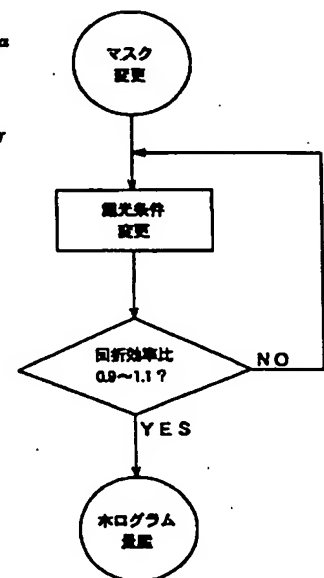
【図2】



【図5】

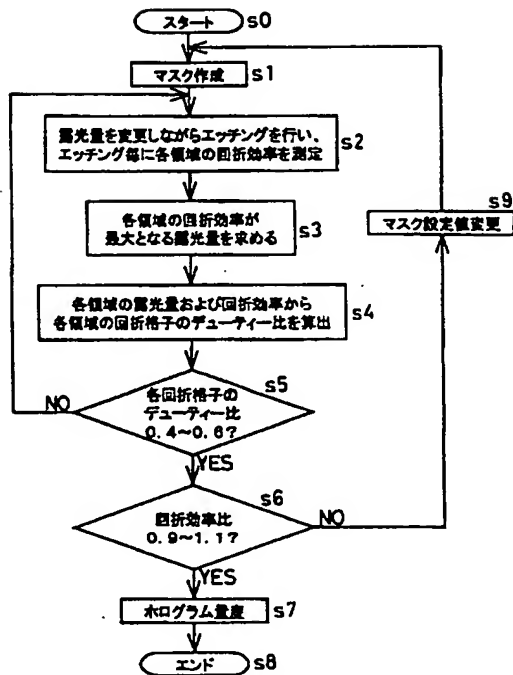


【図13】

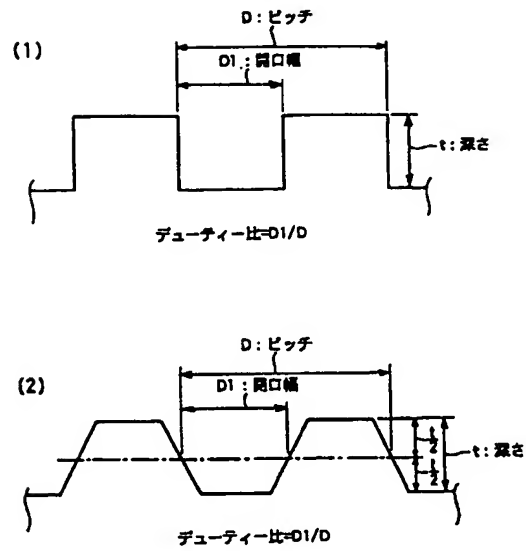


(10)

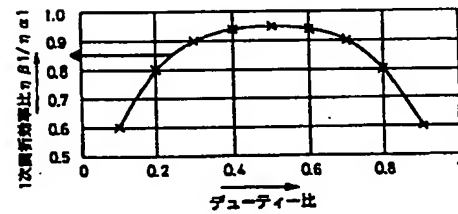
【図3】



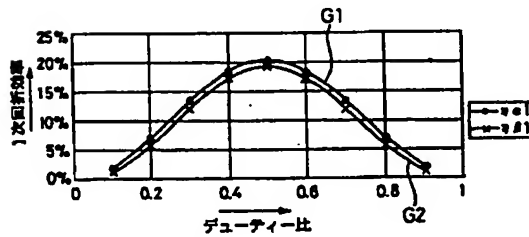
【図4】



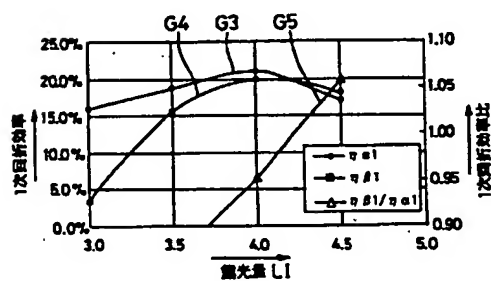
【図7】



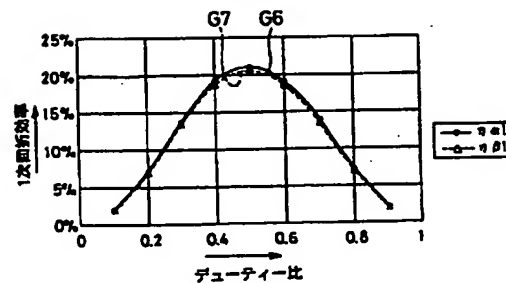
【図6】



【図8】

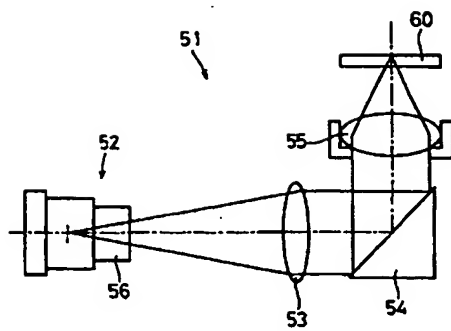


【図9】

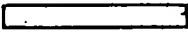







(11)

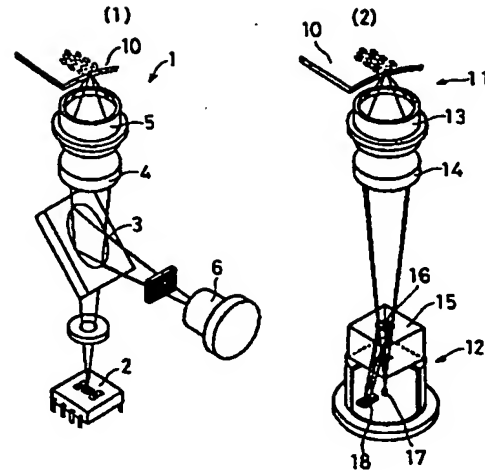
【図10】





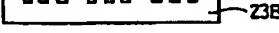

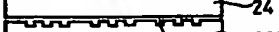


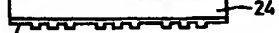
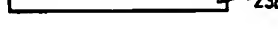
【図12】

- (1) 基板洗浄工程  21
- (2) レジスト塗布工程  22  
21
- (3) 露光工程  22  
21
- (4) エッチング工程  22  
21
- (5) アッシング工程  21
- (6) 分断工程  21

【図11】



【図14】

- (1)  23A  
 25  
24  
 25  
23B
- (2)  25  
23A  
 25  
24  
 25  
23B
- (3)  25  
23A  
 25  
24  
 25  
23B

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7  
G 11 B 7/135

識別記号

F I  
G 0 2 B 1/10

テームコード\* (参考)

A

(12)

Fターム(参考) 2H049 AA25 AA33 AA40 AA51 AA57  
AA64 AA65 CA08 CA15 CA20  
CA28  
2K008 AA04 BB01 BB04 BB08 CC03  
DD12 HH19  
2K009 AA05 CC03  
5D119 AA38 BA01 CA09 JA03 JA04  
JA13 JA14 JA22 JA23 JA65  
LB07 NA05